

вому досліді. Такий комплексний підхід дає змогу більш об'єктивно оцінити ефективність протиальтернариозних препаратів.

2. Найвищу ефективність при захисті картоплі від альтернариозу показав фунгіцид Скор 250 ЕС, к.е. Приріст урожаю залежно від стійкості сорту становив 11,0...26,4%, а пригнічення розвитку колоній збудника в лабораторних умовах — 100%.

3. Настій часнику (100 г/л), який є найефективнішим протиальтернариозним фітофунгіцидом, доцільно застосовувати лише в роки з невисоким рівнем розвитку хвороби, що дає змогу одержувати біологічно чисту продукцію.

Перспективи подальших досліджень у цьому напрямі полягають у створенні ефективних протиальтернариозних препаратів на основі часнику, оскільки в лабораторних умовах він пригнічував розвиток збудника краще, ніж усі випробувані препарати хімічного походження.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Престон Д. Защита от альтернариоза и фитофтороза картофеля // Журнал "Зерно". — 2009. — № 6. — С. 23–27.
2. Положенець В.М. Хвороби і шкідники картоплі / В.М. Положенець, І.Л. Марков, П.О. Мельник. — Житомир: Полісся, 1994. — 242 с.
3. Іванюк В.Г. Гифомицети — возбудители пятнистостей паслёновых культур (осо-

бенности патогенеза и способы подавления паразитической активности): дис. на соиск. уч. степ. д-ра биол. наук. — Минск, 1978. — 255 с.

4. Іванюк В.Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В.Г. Іванюк, С.А. Банадысев, Г.К. Журомский. — Минск: Белпринт, 2005. — 696 с.

5. Тэтэ Л.Г. Макроспориоз картофеля и разработка мер борьбы с ним в Полесье Украины: дис. на соиск. уч. степ. канд. с.-х. наук. — К., 1972. — 158 с.

6. Тимошенко Т.В., Ярошовець В.Ф. Альтернариоз на реестрованих сортах картоплі // Картоплярство. — 2005. — № 1. — С. 23–25.

7. Калач В.И. Токсичность фитогенцидов и биопрепаратов по отношению к возбудителю альтернариоза // Актуальные проблемы современного картофелеводства. — 2002. — № 1. — С. 38–42.

8. Калач В.И., Іванюк В.Г. Использование фитогенцидов в защите картофеля от болезней // Актуальные проблемы современного картофелеводства. — 2003. — № 2. — С. 43–47.

9. Марютін Ф.М. Фітопатологія: Навчальний посібник / Ф.М. Марютін, В.К. Пантелеев, М.О. Білик. — Харків: Еспада, 2008. — 552 с.

10. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / Куценко В.С., Осипчук А.А., Подгаецький А.А. та інші. — Немішаєве: Інтас, 2002. — 183 с.

**В.М. Положенець, Л.В. Немерицкая, І.А. Журавская**

**Фунгіциди против альтернариоза картофеля**

*На основе комплексного объединения лабораторных и полевых экспериментов доказано высокую эффективность фунгицида Скор 250 ЕС, к.е.*

*против возбудителей Alternaria solani (Ell. et Mart.) и Alternaria alternata Keissler. Прирост урожая картофеля, в зависимости от устойчивости сорта к альтернариозу, составляет от 11% (сорт Незабудка) до 26,4% (сорт Славянка). Уменьшение развития колоний возбудителя в лабораторных условиях составляло 100%. Показано, что настой чеснока, который является наиболее эффективным противальтернариозным фитогенцидом, целесообразно применять против этой болезни лишь в годы с невысоким уровнем ее развития.*

**картофель, альтернариоз, фунгіциди, Полесье України, комплексний підхід**

**V.M. Polozhenets, L.V. Nemerytska, I.A. Zhuravska**

**Fungicides against potato alternariosis**

*On the basis of complex association of laboratory and field experiments high efficiency against the Alternaria solani (Ell. et Mart.) and Alternaria alternata Keissler agents demonstrated fungicide Skor 250 EC. Potato harvest increase depending on resistance of cultivar against alternariosis was from 11% (sort Nezabudka) to 26,4% (sort Slovyanka). Diminishing of agent colonies development in laboratory conditions was 100%. It is shown that garlic extract is the most effective antialternariosis phytofungicide and it is expedient to apply it against this disease only in the years with low level of alternariosis development.*

**potato, alternariosis, fungicides, Polissya of Ukraine, complex approach**

УДК: 543.544: 632.95+634.1/.7

## КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ПЛОДОВИХ СОКІВ:

*визначення вмісту фосфористої кислоти та фосфіту алюмінію фотометричним методом*

*Розроблено методику визначення фосфористої кислоти і фосфіту алюмінію, яка забезпечує виконання вимірювань масової концентрації діючих речовин в плодкових соках в діапазоні концентрацій 0,05—1,00 мг/кг. Методика може бути використана для контролю якості плодової продукції на рівні гігієнічних нормативів.*

**фотометричний метод, визначення, неорганічна діюча речовина, фунгіцид, плодкові соки**

Сучасні системи захисту плодів культур від шкідливих організмів

**Т.П. ПАНЧЕНКО,**  
кандидат сільськогосподарських наук

**О.Д. ЧЕРГІНА,**  
кандидат сільськогосподарських наук

**Г.К. ЧЕБОТЬКО,**  
аспірант  
Інститут захисту рослин НААН

базуються в основному на багаторазовому застосуванні пестицидів протягом усього періоду вегетації куль-

тури, що створює певне, іноді досить значне, пестицидне навантаження на агроценоз. Для попередження негативного впливу пестицидів на навколишнє середовище необхідним є постійне оновлення асортименту діючих речовин селективними сполуками, що менш токсичні і швидше розпадаються в агроценозі. Концепція хімічного захисту рослин від хвороб тривалий час базувалась на використанні неорганічних сполук, які використовуються і дотепер. Один з них — фунгіцид Фитал®, 65% в.р.к, діючими речовинами якого є суміш

фосфористої кислоти (80 г/кг) та фосфіту алюмінію (570 г/кг).

Фосфіт алюмінію — системний фунгіцид, який, як і всі системні сполуки, проникає в рослину і рухається транслямінарно (з обробленої поверхні через мезофіл до не обробленої протилежної поверхні за рахунок газової дифузії) та акропетально (по судинній системі рослини). Але лише цій діючій речовині притаманний базипетальний рух. Препарат проникає в рослину вже через 30 хвилин після обприскування. Навіть невелика кількість фосфіту алюмінію внаслідок порушення цілісності та проникності клітинних мембран патогена повністю блокує проростання спор на поверхні листка, та гальмує проростання гіфів і розвиток міцелію (лікувальна та профілактична дія). Крім того, похідні фосфористої кислоти значно активують власну імунну систему рослини, тобто викликають індуковану стійкість рослин, суть якої полягає у реалізації генетичного потенціалу стійкості, посиленні синтезу окисно-відновних ферментів, зокрема пероксидази, що забезпечують протистояння інфекції.

Фосфіт алюмінію — сіль, малорозчинна у воді і в органічних розчинниках, однак добре розчиняється у водних розчинах фосфористої кислоти, яка є гігроскопічною твердою речовиною білого кольору, добре розчинною у воді. Фосфіт алюмінію в рослинному організмі дуже швидко гідролізується до гідроксиду алюмінію та фосфористої кислоти, яка в свою чергу окиснюється до фосфорної кислоти, що є джерелом фосфору в легкодоступній водорозчинній формі (вміст загального фосфору в препараті сталій і становить 23%).

Препарат рекомендований для захисту кісточкових (абрикоса, вишні від моніліозу; персика від кучерявості листя, кластероспоріозу; черешні від кокомікозу) та зерняткових культур (яблуні, груші від парші, борошнистої роси, моніліозу). Норма витрати препарату 2,0 кг/га, максимальна кількість обробок — 3.

Незважаючи на «позитивну» токсиколого-гігієнічну (ЛД<sub>50</sub> препарату орально для щурів 4800 мг/кг) і еко-токсикологічну характеристику діючих речовин слід нормувати їх вміст в плодовій продукції, а особливо в плодівих соках, які є компонентом дитячого та дієтичного харчування і не піддаються подальшій переробці. Для контролю залишків фунгіци-

ду на рівні гігієнічних нормативів (МДР в соках 0,10 мг/кг) необхідні високочутливі фізико-хімічні методи аналізу. Однак для аналізу неорганічних сполук, а також тих, що містять у собі метали, не завжди прийнятними є методи тонкошарової (ТШХ) та газорідинної (ГРХ) хроматографії, які широко застосовуються в аналізі органічних пестицидів, оскільки вибір методу аналізу лімітується насамперед природою речовини та її фізико-хімічними властивостями. В практиці аналізу неорганічних сполук часто застосовують фотометричний метод.

Фотометричний аналіз (званий також абсорбціометрією, а у видимій області спектра 400—750 нм — колориметрією) — це метод якісного і кількісного аналізу, що базується на вибіркового поглинанні ультрафіолетового, видимого або інфрачервоного випромінювання певним компонентом розчину або його сполукою з відповідним реагентом. Суть методу полягає у визначенні абсорбції монохроматичного світла і кількісному визначенні різниці в поглинанні світла між досліджуваним зразком і стандартом. Для утворення світлопоглинальних сполук використовують реакції: комплексоутворення, синтезу, окислювання-відновлення [1]. Колориметрія є найпоширенішим методом визначення концентрації компонентів в межах від 10<sup>-3</sup>—10<sup>-4</sup>% до 20—30%.

**Мета досліджень** полягала в розробці методики визначення суміші фосфористої кислоти та фосфіту алюмінію в плодівих соках фотометричним методом.

**Принцип методу.** Метод базується на вилученні суміші фосфористої кислоти та фосфіту алюмінію з проби дистильованою водою, яка підкислена сірчаною кислотою до рН 1—2, окисленні суміші фосфітів персульфатом амонію до фосфатів з подальшим визначенням фосфатів у вигляді фосфорно-молібденового гетерополікомплексу фотометричним методом (довжина хвилі  $\lambda=750$  нм, червоний світлофільтр).

**Результати досліджень.** Визначення неорганічних пестицидів включає такі ж етапи, як і визначення органічних сполук: відбір та зберігання проб, вилучення пестицидів з аналізованої проби, очищення та концентрування, якісне та кількісне визначення. Деякі з цих етапів відрізняються інструментальним способом проведення. Оптимальні умови

визначення обирали, керуючись розробленим в лабораторії аналітичної хімії алгоритмом визначення різнополярних пестицидів в плодах [2-7].

Відповідно до першого блоку (класифікація за полярністю) досліджувані діючі речовини належать до класу полярних сполук, до яких віднесено неорганічні та металовмісні пестициди за розчинністю та способом екстракції. Тому екстракують суміш фосфіту алюмінію та фосфористої кислоти (відповідно до другого блоку) розчином сірчаної кислоти. Етап очищення (третій блок алгоритму) є досить проблематичним, оскільки екстракт необхідно очистити не від власне коекстрактивних речовин, а від структурно-механічного компоненту (м'якоті). Рекомендований за алгоритмом спосіб очищення: перерозподіл між двома фазами, що не змішуються, виконують за допомогою суто фізичного методу центрифугування, за якого відбувається чітке розділення двох фаз: м'якоті і власне рідкої фази, в якій і розчинені діючі речовини. Ідентифікацію суміші фосфітів провадять після виконання якісної реакції й утворення забарвленого гетерополікомплексу. Цю реакцію здійснюють у сконцентрованій водній фазі, на відміну від ТШХ і ГРХ, де відповідні реакції відбуваються в тонкому шарі адсорбента, нанесеному на пластинку або в хроматографічну колонку приладу. Кількісне визначення суміші фосфористої кислоти і фосфіту алюмінію в пробі визначають за градуальною залежністю оптичної густини отриманого розчину фосфорно-молібденового гетерополікомплексу від масової концентрації суміші фосфітів в екстракті. Ця залежність є лінійною в діапазоні концентрацій 0,25—0,50 мкг/мл і описується рівнянням регресії  $y=0,0450x + 0,0091$ . Метрологічні параметри методики визначали способом «внесено — виявлено». Для цього аналізували модельовані проби, в які вносили певну кількість діючої речовини (в межах діапазону концентрацій визначення 0,05—0,10 мг/кг). Метрологічні параметри визначення наведено в таблиці. Сумарна відносна похибка  $\delta$  ( $P=0,95$ ) становить 18—20%, що не перевищує норм, регламентованих Постановою МОЗ України від 20 квітня 1999 р.

**Методика визначення.** Для аналізу беруть дві паралельні проби. Наважку (70,0±0,2 г — вишневого, черешневого, яблучного, грушевого

соку; 80,0±0,2 г — абрикосового, персикового соку) концентрують на ротатійному випарнику при температурі, що не перевищує 80°C, до об'єму 5—7 мл. До залишку додають 20—25 мл дистильованої води, підкисленої 10 М розчином сірчаної кислоти до рН 1—2, і струшують на апараті для струшування протягом 30 хв. Екстракт переносять у центрифужні пробірки, колбу промивають водою і промивні води приєднують до екстракту. Одержаний екстракт центрифугують протягом 10 хв при 3000 об./хв. Після центрифугування водну фазу переносять у грушоподібну колбу для відгону розчинників і концентрують на ротатійному випарнику за температури не вище 80°C до об'єму 10 мл. До сконцентрованого екстракту у грушоподібній колбі додають 2 мл 0,5 М розчину персульфату амонію і нагрівають на киплячій водяній бані протягом 30 хв. Після швидкого охолодження до розчину додають 2 мл 3% розчину сечовини, перемішують і нагрівають на киплячій водяній бані протягом 5 хв. Після охолодження до розчину додають 1 мл 2,5% розчину молібденовокислого амонію, перемішують, додають 1 мл 4% розчину аскорбінової кислоти і після перемішування нагрівають на киплячій водяній бані протягом 2 хв, після чого охолоджують. Отриманий розчин кількісно переносять у мірну колбу місткістю 25 мл і доводять об'єм розчину дистильованою водою до позначки. Визначенню можуть завдати природні фосфати, які утворюють фосфорно-молібденовий гетерополікомплекс. Для цього порівняння використовують розчин, одержаний в результаті підготовки проби соків, що не містять суміші фосфористої кислоти та фосфіту алюмінію (контрольний розчин). У фотометричну кювету, яка призначена для розчину порівняння, вносять контрольний розчин; в другу фотометричну кювету вносять розчин, приготований з від-

повідної проби соку, і вимірюють оптичну густину при довжині хвилі 750 нм. Довжина оптичного шляху кювет — 5—10 мм. Кількість вимірювань — не менше трьох.

Масову концентрацію ( $\omega_n$ , мг/кг) суміші фосфористої кислоти і фосфіту алюмінію в кожній з паралельних проб обчислюють за формулою:

$$\omega_n = \frac{(1/3 \sum \tilde{D} - 0,0091) \cdot V}{0,0450 \cdot m},$$

де  $\tilde{D}$  — оптична густина кожного з трьох вимірювань проби;

$V$  — об'єм екстракту проби, мл;

$m$  — наважка проби, г;

$n$  — номер паралельної проби ( $n = 1, 2$ ).

За результат вимірювання масової концентрації суміші фосфористої кислоти і фосфіту алюмінію в пробі ( $\omega$ , мг/кг) приймають середнє значення двох паралельних визначень при довірчій імовірності  $P=0,95$ , яке обчислюють за формулою:

$$\omega = (\omega_1 + \omega_2) 100 / 2R,$$

де  $\omega_1$  та  $\omega_2$  — значення паралельних визначень масової концентрації суміші фосфористої кислоти і фосфіту алюмінію в пробі, мг/кг;

$R$  — відсоток вилучення суміші фосфористої кислоти і фосфіту алюмінію (табл.).

## ВИСНОВОК

Розроблена методика визначення фосфористої кислоти та фосфіту алюмінію забезпечує виконання вимірювань масової концентрації діючих речовин в плодovих соках в діапазоні концентрацій 0,05—1,00 мг/кг. Вона може бути використана для контролю якості плодової продукції на рівні гігієнічних нормативів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Агрохімічний аналіз*: підручник / [М.М. Городній, А.П. Лісовал, А.В. Бикін та ін.]; за ред. М.М. Городнього. — К.: Арістей, 2005. — 468 с.

2. *Панченко Т.П.* Алгоритм систематичного аналізу різнополярних пестицидів в об'єктах агроценозу плодового саду / Т.П. Панченко, Л.І. Бублик, Л.Л. Гаврилюк // *Захист і карантин рослин*. — 2007. — № 53. — 290—298.

3. *Панченко Т.П.* Методи моніторингу та екотоксикологічний ризик застосування пестицидів в агроценозах плодovих культур: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 03.00.16 «Екологія» / Т.П. Панченко. — К., 2006. — 20 с.

4. *Крук Л.С.* Екотоксична дія пестицидів в агроценозах України як функція фізико-хімічної будови їх молекул: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 03.00.16 «Екологія» / Л.С. Крук. — К., 2001. — 16 с.

5. *Бублик Л.І.* Систематичний аналіз пестицидів в зернових колосових культурах / Л.І. Бублик, О.Д. Чергіна, Л.С. Крук, В.Є. Косматий, К.О. Чоботько // *Науковий вісник НАУ*. — Київ: Міленіум, 2005. — № 90. — С. 54—63.

6. *Бублик Л.І.* Теоретичні основи та методи моніторингу пестицидів в агроєкосистемі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук: спец.06.00.13 «Охорона навколишнього середовища і раціональне використання природних ресурсів» / Л.І. Бублик. — К., 1995. — 44 с.

7. *Чергіна О.Д.* Екотоксикологічне обґрунтування застосування пестицидів при вирощуванні зернових колосових в Лісостепу та Степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 03.00.16 «Екологія» / О.Д. Чергіна. — К., 2006. — 20 с.

**Т.П. Панченко,  
О.Д. Чергіна, Г.К. Чоботько**

**Контроль качества плодовых соков: определение содержания фосфористой кислоты и фосфита алюминия фотометрическим методом**

*Разработанная методика определения фосфористой кислоты и фосфита алюминия обеспечивает выполнение измерений массовой концентрации веществ в плодовых соках в диапазоне концентраций 0,05—1,00 мг/кг. Она может быть использована для контроля качества плодовой продукции на уровне гигиенических нормативов.*

**фотометрический метод, определение, неорганическое действующее вещество, фунгицид, плодовые соки**

**T.P. Panchenko,  
H.D. Chergina,  
G.K. Chobotko**

**Quality control of fruit juice: determination of phosphorous acid and aluminum phosphite by photometric method**

*The method of determination of phosphorous acid and phosphite aluminum ensures the measurement of mass concentration of active substances in the fruit juices in the concentration range 0.05—1.00 mg/kg. It can be used for quality control of fruit production at the level of hygienic standards.*

**photometric method, determination, inorganic active agent, fungicide, fruit juices**

### *Метрологічна характеристика визначення суміші фосфористої кислоти і фосфіту алюмінію в плодovих соках*

Об'єкт, що аналізується	Відсоток вилучення діючих речовин (середнє значення визначення), R %	Стандартне відхилення, %	Довірчий інтервал ( $P=0,95; n=15$ ) + %
Вишневий сік	79,4	4,5	2,3
Черешневий сік	80,5	4,1	2,1
Абрикосовий сік	75,7	4,7	2,4
Персиковий сік	76,1	3,1	1,6
Яблучний сік	78,3	3,2	1,6
Грушевий сік	77,3	5,1	2,6